II.

Untersuchungen über den Einfluss der Sympathicus-Reizung auf die Häufigkeit des Herzschlags.

Von

Jac. Moleschott und **Rob. Nauwerck** [1].

Ueber die Bedeutung des sympathischen Nerven für die Herzbewegung sind ebenso verschiedene Behauptungen aufgestellt worden, wie über die Rolle, die dem Vagus als Regulator der Pulsfrequenz zukommt. Burdach konnte bei einem getödteten Kaninchen durch chemische Reize (Kali, Ammoniak) den selten gewordenen Herzschlag wieder häufiger machen [2]. Budge hat mit gleichem Erfolg die galvanische Reizung beim Frosche angewandt, nachdem zuvor durch Wegnahme des verlängerten Marks und Durchschneidung der Vagi diese letzteren ausser Thätigkeit gesetzt waren [3]. Durch Reizung des ersten Brustganglions haben Henle und Cl. Bernard, jener beim Menschen und dieser beim Hunde, eine vermehrte Frequenz des

---

[1]) Bei den in diesem Aufsatze mitzutheilenden Untersuchungen hatten wir uns der eifrigen Beihülfe der Herren Gascard und Hufschmid zu erfreuen.

[2]) Joh. Müller, Handbuch der Physiologie, vierte Auflage, Coblenz 1844, Bd. I, S. 157.

[3]) Budge, Comptes Rendus, T. XXXIV, p. 398, und Froriep's Tagesberichte, 1852, No. 441, S. 321, 322.

Herzschlags erzielt [1]). Im Gegensatze hierzu giebt Wagner an, dass er in allen seinen Versuchen durch Reizung des Sympathicus bei Kaninchen die Häufigkeit des Pulses vermindert habe [2]).

Alle die betreffenden, wenn auch noch so sehr auseinandergehenden Behauptungen sind richtig, so lange sie nur die einem jeden der genannten Beobachter vorgekommenen Thatsachen überliefern sollen, alle sind falsch, sobald sie darauf Anspruch machen mit Ausschluss jeder anderen Möglichkeit den Thatbestand zu formuliren.

Der Grund der verschiedenen Aussagen liegt nämlich nur darin, dass es von der Stärke der Reizung abhängt, ob sie diesen oder jenen Erfolg hervorbringt. Ganz so wie es Schiff und Moleschott für den Vagus nachgewiesen haben [3]), gilt auch für den Sympathicus, dass schwache Reize die Frequenz des Herzschlags steigern, während starke Reize sie herabsetzen oder gar die Herzbewegung auf eine Zeit lang ganz aufheben. Es ist die Aufgabe dieses Aufsatzes Bericht zu erstatten über die Untersuchungen, welche uns zur Aufstellung dieses Lehrsatzes berechtigen.

Behufs der elektrischen Reizung haben wir dasselbe Versuchsverfahren befolgt, welches Moleschott in seinen „Untersuchungen über den Einfluss der Vagus-Reizung auf die Häufigkeit des Herzschlags" beschrieben hat [4]). Alle Bezeichnungen in den nachfolgenden Tabellen haben dieselbe Bedeutung, wie in der angeführten Abhandlung. Die hier niederzulegenden Ergebnisse unserer Versuche wurden an Kaninchen gewonnen.

Versuchsthier A.

Am 15. Februar 1861 wurde einem Kaninchen der linke Sympathicus am Halse blossgelegt und, ohne durchschnitten zu sein, auf das Elektrodenplättchen gebracht.

---

[1]) Ludwig, Lehrbuch der Physiologie des Menschen, 2. Auflage, Bd. II, S. 99.

[2]) R. Wagner in Schmidt's Jahrbüchern, Bd. LXXXIII, S. 9.

[3]) Vgl. Jac. Moleschott, Untersuchungen über den Einfluss der Vagus-Reizung auf die Häufigkeit des Herzschlags, in dieser Zeitschrift, Bd. VII, S. 401 und folgende.

[4]) Moleschott, a. a. O. S. 404—408.

Tabelle I.

Nummer d. Beobachtung.	Zeit.	Galvanische Vorrichtung.	Rollenabstand.	Nebenschliessnng.	Elektrodenabstand.	Zustand des Nerven.	I.	II.	III.	IV.
1	11 h. 16′					Ruhe	49	99	149	199
2	„ 19′					„	50	99	150	200
3	„ 37′					„	48	97	146	198
4	„ 38′					„	47	98	145	197
5	„ 39′	1 Daniell SO^3 10%[1]	28 C.M.	20 M.	15 M.M.	Reizung	54	120	171	234
6	„ 40′					Ruhe	51	93	152	200
7	„ 41′	„	„	„	„	Reizung	53	111	178	234
8	„ 42′	„	„	„	„	„	56	110	171	225
9	„ 43′					Ruhe	54	108	163	210
10	„ 44′					„	51	103	160	209
11	„ 45′	„	„	30 „	„	Reizung	51	112	172	228
12	„ 46′					Ruhe	50	101	154	207
13	„ 47′	„	„	„	„	Reizung	53	110	162	217
14	„ 48′					Ruhe	50	101	151	204
15	„ 49′					„	49	99	148	198
16	„ 55′					„	46	94	143	191
17	„ 56′					„	46	93	141	192
18	„ 57′	1 Grove	—8½	0	„	Reizung	41	80	130	177
19	„ 58′					Ruhe	43	90	141	187
20	„ 59′					„	48	100	150	201
21	12 h. 1′	2 „	„	„	„	Reizung	41	81	120	161
22	„ 2′					Ruhe	37	86	137	197
23	„ 9′					„	46	94	150	196
24	„ 10′					„	48	98	150	201
25	„ 11′					„	47	98	148	198
26	„ 12′	1 Daniell	28 C.M.	20 M.	„	Reizung	49	102	152	207
27	„ 13′					Ruhe	46	95	143	194
28	„ 14′	„	„	30 „	„	Reizung	50	101	155	210
29	„ 15′					Ruhe	49	97	150	194
30	„ 16′					„	47	91	142	192

Eine durch grossen Abstand der Rollen am Schlittenapparat und Nebenschliessung gehörig abgeschwächte Reizung des Sympathicus brachte eine bedeutende Vermehrung der Pulsfrequenz hervor (N. N.

[1]) 10 Raumtheile starker Schwefelsäure mit 90 Raumtheilen destillirten Wassers.

5, 7, 8, 11, 13) und zwar um 10 bis 37 Schläge in der Minute (Nr. 13 und No. 5). Da die Frequenz in der Ruhe vor der erfolgreichsten Reizung 197 bis 200 Schläge betrug, so wurde als Maximum eine Zunahme der Häufigkeit um beinahe $^1/_5$ erzielt.

Starke Reizung, bei welcher das Daniell'sche Element durch ein Grove'sches ersetzt, die Nebenschliessung entfernt und die Rollen über einander geschoben waren, bewirkte dagegen eine Frequenzverminderung von 192 auf 177, und als statt Eines Grove'schen Elementes 2 Grove'sche Elemente angewandt wurden, eine Verminderung von 201 auf 161 Schläge (No. 18 und 21).

Die Ruhe, welche auf die schwache Reizung folgte, war jedesmal durch eine abnehmende, die, welche auf die starke Reizung folgte, durch zunehmende Häufigkeit charakterisirt.

Als wir nach Anwendung der starken Reizung wieder zu den schwachen Wechselströmen griffen, wurde in beiden Versuchen wieder eine grössere Zahl von Pulsschlägen in der Minute erzielt (No. 26, 28).

Versuchsthier B.

18. Februar 1861. Um 11 h 16' wurde einem Kaninchen der linke Sympathicus am Halse blossgelegt und mit starken Wechselströmen (1 Grove, Rollenabstand — $8^1/_2$ C. M., Nebenschliessung 0) gereizt; die Häufigkeit des Herzschlags nahm sichtlich ab, und die Pupille des linken Auges wurde bedeutend erweitert.

Nun sollten systematische Reizversuche angestellt werden, und zwar diesmal in der besonderen Absicht, um zu ermitteln, ob die Erfolge, welche die in der ersten Tabelle verzeichneten Reizversuche uns kennen lehrten, durch eine directe oder durch eine reflectorische Reizung motorischer Fasern zu erklären seien. Deshalb wurde vor Anstellung weiterer Reizversuche der Stamm des Sympathicus dicht unter dem oberen Halsganglion durchschnitten und darauf der nach dem Herzen verlaufende Theil auf die Elektroden gebracht.

Tabelle II.

Nummer d. Beobachtung.	Zeit.	Galvanische Vorrichtung.	Rollenabstand.	Nebenschliessung.	Elektrodenabstand.	Zustand des Nerven.	I.	II.	III.	IV.
1	11 h 21′					Ruhe	47	93	143	190
2	„ 22′					„	46	89	139	182
3	„ 23′	1 Daniell	28 C.M.	1 M.	17 M.M.	Reizung	48	98	147	200
4	„ 24′					Ruhe	46	93	141	187
5	„ 25′	„	„	2 „	„	Reizung	50	102	152	204
6	„ 26′	„	„	„	„	„	51	98	148	197
7	„ 27′					Ruhe	47	94	143	189
8	„ 28′					„	46	91	139	182
9	„ 29′	„	„	3 „	„	Reizung	50	102	154	209
10	„ 30′					Ruhe	50	98	149	193
11	„ 31′					„	48	94	142	188
12	„ 32′	„	„	4 „	„	Reizung	47	93	142	189
13	„ 33′					Ruhe	46	89	134	180
14	„ 34′	„	„	1 „	„	Reizung	47	97	146	193
15	„ 35′					Ruhe	44	87	133	176
16	„ 36′	„	„	„	„	Reizung	43	95	148	200
17	„ 37′					Ruhe	43	89	137	182
18	„ 38′					„	42	85	132	171
19	„ 39′					„	41	84	129	171
20	„ 40′	1 Grove	—8½	0	„	Reizung	41	77	95	121
21	„ 41′					Ruhe	37	82	127	171

Mit Ausnahme des Versuchs in No. 12 haben alle die Reizungen, bei welchen Nebenschliessung und grosser Rollenabstand unter Benützung eines Daniell'schen Elementes angewandt wurden, die Frequenz des Herzschlags bedeutend gesteigert. Da in Nr. 12 mit Einschaltung von 4 Widerstandseinheiten die stärkste unter den schwachen Reizungen gegeben war, kehrten wir in Nr. 16 wieder zu einer schwächeren Reizung zurück, indem wir nur Eine Widerstandseinheit in die Nebenschliessung aufnahmen; sogleich stieg die Frequenz von 176 auf 200 Schläge, also beinahe um $1/7$ der Häufigkeit, die in der vorausgehenden Ruhe bestand; nach Aufhebung der Reizung sank die Frequenz wieder auf 171. Nun wurde mit starken Wechselströmen

gereizt (1 Grove, Rollen über einander, keine Nebenschliessung), und nun sank die Frequenz von 171 auf 121 Pulsschläge in der Minute No. 20), um in der Ruhe darauf allmälig wieder zu steigen.

Es geht also zunächst aus dieser Versuchsreihe hervor, dass schwache und starke Reize auf den vom oberen Halsganglion getrennten, nach dem Herzen verlaufenden Theil des Sympathicus angewandt dieselben Folgen hatten, wie die Einwirkung dieser Reize auf den unversehrten Halsstamm des sympathischen Nerven.

Ferner lehrt uns die zweite Tabelle, dass die Wirkung einer Reizung, mag sie stark oder schwach sein, der Beobachtung ganz entgehen kann, wenn sie nur eine Viertelsminute fortgesetzt wird, obgleich sie sehr beträchtlich ist, wenn die Wechselströme eine ganze Minute lang den Nerven durchsetzen (No. 15 und 16, No. 19 und 20; man vergleiche damit Tabelle I, No. 10 und 11). Dasselbe wurde früher von Moleschott für den Vagus berichtet [1]).

Um die Wirkung der starken Reizung gehörig zu würdigen, schreiben wir die absoluten Zahlen für die einzelnen Viertelsminuten vor, während und nach der Reizung hier neben einander [2]).

	Vor der Reizung.	Während der Reizung.	Nach der Reizung.
1. Viertel	41	41	37
2. „	43	36	45
3. „	45	18	45
4. „	42	26	44.

Wie man sieht, bestand noch in der ersten Viertelsminute eine verminderte Frequenz, und erst in der zweiten Viertelsminute war die ursprüngliche Häufigkeit des Herzschlags wieder hergestellt.

Dasselbe Thier wurde noch benützt, um zu versuchen, ob sich durch starke Reizung beider Sympathici nicht eine stärkere Abnahme

---

[1]) Moleschott, a. a. O. S. 412, 444.

[2]) Auf der Uhr, die uns bei diesen Zählungen zu Gebote stand, waren die einzelnen Quadranten sehr genau gleich gross.

der Pulsfrequenz hervorbringen liesse. Es wurde also auch der rechte Sympathicus präparirt und ohne durchschnitten zu sein über ein besonderes Elektrodenplättchen geschoben. Jeder der beiden Nerven wurde durch einen besonderen Schlittenapparat gereizt, und zwar beide gleichzeitig; eine Nebenschliessung wurde nicht angewandt.

Tabelle III.

Nummer d. Beobachtung.	Zeit.	Galvanische Vorrichtung.	Rollenabstand.	Zustand des Nerven.	I.	II.	III.	IV.
1	12 h. 6′			Ruhe	53	104	156	208
2	„ 7′			„	52	103	155	209
3	„ 8′			„	53	106	163	220
4	„ 9′			„	54	107	164	219
5	„ 10′			„	52	103	157	210
6	„ 11′	2 Grove	—8½ C. M.	Reizung	34	55	103	152
7	„ 12′			Ruhe	43	109	154	210
8	„ 13′	„	„	Reizung	42	82	127	175
9	„ 14′			Ruhe	51	99	151	210
10	„ 15′			„	50	96	147	193
11	„ 16′	„	„	Reizung	48	78	123	171
12	„ 17′			Ruhe	52	110	166	226
13	„ 18′			„	54	112	170	227

Die starke Reizung setzte in allen drei Versuchen die Häufigkeit des Herzschlags bedeutend herab, aber selbst in No. 6 nur wenig mehr als in No. 20 der zweiten Tabelle.

Wir versuchten darauf durch schwache Reizung des rechten Sympathicus die Häufigkeit des Herzschlags wieder zu steigern. Tabelle IV zeigt mit welchem Erfolg. Vorher war der rechte Sympathicus hoch oben durchschnitten worden, so dass nun beide Sympathici vom oberen Halsganglion getrennt waren; der absteigende Theil wurde den Wechselströmen ausgesetzt.

Tabelle IV.

Nummer d. Beobachtung.	Zeit.	Galvanische Vorrichtung.	Rollenabstand.	Nebenschliessung.	Zustand des Nerven.	I.	II.	III.	IV.
1	12 h. 23′				Ruhe	53	107	165	221
2	„ 24′				„	56	114	177	234
3	„ 25′				„	58	117	180	242
4	„ 26′				„	57	115	177	236
5	„ 27′	1 Daniell	28 C. M.	1 M.	Reizung	62	121	190	254
6	„ 28′				Ruhe	54	113	179	240
7	„ 29′	„	„	„	Reizung	61	127	192	257
8	„ 30′				Ruhe	57	112	176	229
9	„ 31′				„	54	110	168	221
10	„ 32′				„	53	109	167	220
11	„ 33′	„	„	„	Reizung	57	112	180	242
12	„ 34′				Ruhe	54	109	161	221

Die Zahlen reden so deutlich, dass jeder Commentar überflüssig erscheint. Wir wollen daher nur hervorheben, dass sie um so besser die Frequenzzunahme durch schwache Reizung beweisen, als der Puls schon in der Ruhe sehr häufig war und dennoch jede Reizung ihn noch beträchtlich häufiger und jede Aufhebung der Reizung ihn seltener machte.

Versuchsthier C.

In den Tabellen II und IV ist der Nachweis geliefert, dass schwache Reizung des Sympathicus, auch wenn sie auf den vom oberen Halsganglion getrennten, absteigend verlaufenden Halsstamm einwirkt, die Häufigkeit des Herzschlags vermehrt. Da die Vagi in den betreffenden Versuchen nicht durchschnitten waren, so war durch jene Versuche noch nicht unwiderleglich dargethan, dass nicht etwa vom Sympathicus aus durch das Rückenmark eine reflectorische Reizung der Vagi stattgefunden hatte. Wir machten deshalb eine Reihe Controlversuche an einem Kaninchen, dessen linker Sympathicus unten am Halse durchschnitten worden, indem wir den nach dem Kopf aufsteigenden, vom Herzen getrennten Stamm Wechselströmen von sehr verschiedener Stärke aussetzten. Tabelle V enthält Bericht über diese Versuche.

Tabelle V.

Nummer d. Beobachtung.	Zeit.	Galvanische Vorrichtung.	Rollenabstand.	Nebenschliessung.	Zustand des Nerven.	I.	II.	III.	IV.
1	11 h 31′				Ruhe	47	90	138	183
2	„ 32′				„	43	86	133	182
3	„ 33′	1 Daniell	28 C. M.	1 M.	Reizung	46	89	136	184
4	„ 34′				Ruhe	44	88	135	180
5	„ 35′	„	„	2 „	Reizung	43	87	136	184
6	„ 36′				Ruhe	45	91	138	185
7	„ 37′	„	„	3 „	Reizung	43	89	136	184
8	„ 38′				Ruhe	45	91	140	185
9	„ 39′	„	„	5 „	Reizung	44	90	140	184
10	„ 40′				Ruhe	44	90	137	185
11	„ 41′	„	„	10 „	Reizung	45	89	136	184
12	„ 42′				Ruhe	43	87	134	183
13	„ 43′	„	„	50 „	Reizung	44	91	141	187
14	„ 44′				Ruhe	45	90	140	187
15	„ 45′	„	„	100 „	Reizung	43	87	137	184
16	„ 46′				Ruhe	41	88	137	185
17	„ 47′	„	„	500 „	Reizung	44	90	139	186
18	„ 48′				Ruhe	45	93	141	189
19	„ 49′	„	„	1000 „	Reizung	49	94	143	193
20	„ 50′				Ruhe	46	91	141	189
21	„ 51′	„	„	„	Reizung	48	93	142	189
22	„ 52′				Ruhe	46	92	141	190
23	„ 53′	„	„	2000 „	Reizung	46	93	142	193
24	„ 54′				Ruhe	44	90	143	193
25	„ 55′	„	„	5000 „	Reizung	46	87	134	183
26	„ 56′				Ruhe	45	91	142	190
27	„ 57′	„	„	10000 „	Reizung	46	92	143	189
28	„ 58′				Ruhe	45	93	142	185
29	„ 59′	„	„	0	Reizung	44	92	141	189
30	12 h				Ruhe	45	93	143	192

Die in vorstehender Tabelle mitgetheilten Zahlen beweisen, dass der Halsstamm des Sympathicus, wenn er vom Herzen getrennt ist, mit schwachen Wechselströmen von sehr verschiedener Stärke, bis zu sehr schwachen herab, angegriffen werden kann, ohne dass der Puls dadurch häufiger würde. Bringen wir diese Thatsache in Zusammenhang mit dem oben gelieferten Nachweis, dass der vom oberen Hals-

ganglion getrennte, zum Herzen gehende Stamm des Sympathicus, wenn er mit schwachen Wechselströmen gereizt wird, wohl zu einer Steigerung der Pulsfrequenz führt, so geht hieraus hervor, dass es sich bei den Erfolgen der Sympathicus-Reizung, ganz so wie beim Vagus, um eine directe Einwirkung auf motorische Fasern handelt, deren peripherische Ausbreitung in der Muskulatur des Herzens zu suchen ist.

Versuchsthier D.

Durch die folgende Versuchsreihe suchten wir mit Hülfe allmälig stärker werdender Wechselströme annähernd zu bestimmen, innerhalb welcher Grenzen die schwache Reizung eine Frequenzvermehrung und die starke Reizung eine Frequenzverminderung hervorruft.

Am 20. Februar, 11 h 18′ wurde der rechte Sympathicus eines Kaninchens blossgelegt.

Tabelle VI.

Nummer d. Beobachtung.	Zeit.	Galvanische Vorrichtung.	Rollenabstand.	Nebenschliessung.	Elektrodenabstand.	Zustand des Nerven.	I.	II.	III.	IV.
1	11 h 23′					Ruhe	50	99	150	200
2	„ 24′					„	49	97	145	192
3	„ 25′	1 Daniell	28 C.M.	1 M.	21 M.M.	Reizung	50	100	144	198
4	„ 26′	„	„	2 „	„	„	50	100	148	199
5	„ 27′	„	„	3 „	„	„	47	93	142	192
6	„ 28′					Ruhe	44	91	139	187
7	„ 29′	„	„	vollkommen	„	Reizung	49	99	150	204
8	„ 30′					Ruhe	47	97	143	193
9	„ 31′	„	„	1 M.	„	Reizung	53	108	162	215
10	„ 32′					Ruhe	51	104	157	210
11	„ 33′					„	48	97	147	196
12	„ 34′	„	„	2 „	„	Reizung	51	106	161	214
13	„ 35′					Ruhe	51	100	151	192
14	„ 36′					„	50	97	146	194
15	„ 37′	„	„	3 „	„	Reizung	48	97	146	195
16	„ 38′					Ruhe	46	95	143	193
17	„ 39′	„	„	„	„	Reizung	49	99	153	207
18	„ 40′					Ruhe	48	97	151	200
19	„ 41′	„	„	4 „	„	Reizung	53	110	161	221

Nummer d. Beobachtung.	Zeit.	Galvanische Vorrichtung.	Rollenabstand.	Nebenschliessung.	Elektrodenabstand.	Zustand des Nerven.	I.	II.	III.	IV.
20	11 h. 42′					Ruhe	52	103	157	209
21	„ 47′	1 Daniell	28 C.M.	5 M.	21 M.M.	Reizung	56	100	161	217
22	„ 48′					Ruhe	50	102	154	210
23	„ 49′	„	„	6 „	„	Reizung	51	101	154	209
24	„ 50′					Ruhe	52	102	160	210
25	„ 51′	„	„	7 „	„	Reizung	57	114	170	230
26	„ 52′					Ruhe	50	101	153	207
27	„ 53′	„	„	9 „	„	Reizung	56	111	171	231
28	„ 54′					Ruhe	53	109	156	209
29	„ 55′	„	„	11 „	„	Reizung	59	113	173	231
30	„ 56′					Ruhe	53	104	161	211
31	„ 57′	„	„	13 „	„	Reizung	50	102	157	206
32	„ 58′					Ruhe	50	101	160	204
33	„ 59′	„	„	20 „	„	Reizung	49	100	152	202
34	12 h.					Ruhe	50	101	150	201
35	12 h. 1′	„	„	40 „	„	Reizung	50	97	149	198
36	„ 2′					Ruhe	48	94	141	193
37	„ 3′	„	„	80 „	„	Reizung	50	100	155	207
38	„ 4′					Ruhe	47	98	148	198
39	„ 5′	„	„	160 „	„	Reizung	51	101	151	206
40	„ 6′					Ruhe	50	100	151	203
41	„ 7′	„	„	200 „	„	Reizung	51	103	157	210
42	„ 8′					Ruhe	49	100	152	207
43	„ 9′	„	„	400 „	„	Reizung	50	105	163	221
44	„ 10′					Ruhe	51	104	160	214
45	„ 11′	„	„	800 „	„	Reizung	56	114	174	232
46	„ 12′					Ruhe	51	103	165	224
47	„ 13′	„	„	1000 „	„	Reizung	50	102	153	210
48	„ 14′					Ruhe	48	100	151	204
49	„ 15′	„	„	2000 „	„	Reizung	51	102	153	204
50	„ 16′					Ruhe	49	100	150	201
51	„ 17′	„	„	4000 „	„	Reizung	49	97	145	192
52	„ 18′					Ruhe	48	96	148	197
53	„ 19′	„	„	8000 „	„	Reizung	47	87	133	181
54	„ 20′					Ruhe	46	92	140	190
55	„ 21′	„	„	10000 „	„	Reizung	47	97	146	193
56	„ 22′					Ruhe	47	94	143	192
57	„ 23′	„	„	„	„	Reizung	46	92	140	190
58	„ 24′					Ruhe	47	94	141	195
59	„ 25′	„	„	0	„	Reizung	46	95	145	200

Nummer d. Beobachtung.	Zeit.	Galvanische Vorrichtung.	Rollenabstand.	Nebenschliessung.	Elektrodenabstand.	Zustand des Nerven.	I.	II.	III.	IV.
60	12 h. 26′					Ruhe	44	89	139	183
61	„ 27′	1 Daniell	26 C.M.	0	21 M.M.	Reizung	41	84	130	186
62	„ 28′					Ruhe	45	90	141	190
63	„ 29′	„	24 „	„	„	Reizung	40	92	143	193
64	„ 30′					Ruhe	49	97	148	200
65	„ 31′	„	20 „	„	„	Reizung	49	99	147	194
66	„ 32′					Ruhe	48	95	144	192
67	„ 33′	„	15 „	„	„	Reizung	46	91	140	185
68	„ 34′					Ruhe	45	95	147	197
69	„ 35′	„	10 „	„	„	Reizung	45	90	138	184
70	„ 36′					Ruhe	44	96	150	201
71	„ 37′	„	0	„	„	Reizung	43	87	131	179
72	„ 38′					Ruhe	44	90	151	195
73	„ 39′	„	„	„	„	Reizung	46	91	140	187
74	„ 40′					Ruhe	46	90	141	188
75	„ 41′	„	—4 „	„	„	Reizung	39	83	127	174
76	„ 42′					Ruhe	47	96	153	206
77	„ 43′	„	—8½ „	„	„	Reizung	45	86	131	175
78	„ 44′					Ruhe	47	100	150	207
79	„ 45′	1 Grove	„	„	„	Reizung	38	Stillstand [1])		80
80	„ 46′					Ruhe	20	60	108	150
81	„ 47′	„	„	„	„	Reizung	38	Stillstand [2])		84
82	„ 48′					Ruhe	43	90	143	198

Im Anfang war selbst eine sehr schwache Reizung (Rollenabstand: 28 C. M. und 1 bis 3 Widerstandseinheiten in der Nebenschliessung) von zweifelhaftem Erfolg (siehe No. 2 bis 4); sie musste noch zu stark sein, denn als nach Einer Minute Ruhe die Wechselströme durch Einschaltung der vollkommenen Nebenschliessung noch mehr geschwächt wurden, ergab sich sogleich eine Frequenzvermehrung um 17 Schläge in der Minute (No. 7). Mit ganz ähnlicher Wirkung wurde in No. 9 und No. 12 eine etwas stärkere Reizung angewandt, das erste Mal unter Aufnahme von 1, das zweite Mal von 2 Widerstandseinheiten in die Nebenschliessung. Nach einer Erholung von

[1]) Der Stillstand dauerte 17 Secunden.

[2]) Der Stillstand dauerte 12 Secunden.

2 Minuten schien die Einschaltung von 3 Widerstandseinheiten (No. 15) eine noch zu starke Reizung zu bewirken; nachdem der Nerv dann wieder eine Minute lang ausgeruht hatte, bewirkte die gleiche Reizung eine um 14 Herzschläge in der Minute vermehrte Häufigkeit (No. 17). Ebenso brachte in No. 19 und No. 21 die etwas verstärkte Reizung vermehrte Frequenz hervor, und dieser Erfolg wiederholte sich achtmal (No. 25, 27, 29, 37, 39, 41, 43, 45), zuletzt bei einer Einschaltung von 800 Widerstandseinheiten in die Nebenschliessung des secundären Stromkreises. Viermal (No. 23, 31, 33, 40) erzeugte die Reizung kein Häufigerwerden des Herzschlags, offenbar weil in den betreffenden Fällen die Reizung für den nicht mehr frischen Nerven nicht stark genug war. In No. 47 (1000 Widerstandseinheiten bei noch immer unverändertem Rollenabstand) war die Reizung zu stark, so dass eine um 14 Pulse in der Minute verminderte Häufigkeit die Folge war. Von No. 49 an bis zu No. 63 wurde achtmal gereizt, und zwar so, dass jedes folgende Mal stärker gereizt wurde, bis zu No. 50 durch Aufnahme von mehr Widerstandseinheiten in die Nebenschliessung, dann durch Hinweglassung der Nebenschliessung, und zuletzt durch allmälig fortschreitende Verkleinerung des Rollenabstandes am Schlittenapparat; in allen diesen Versuchen hatte die Reizung einen meist unbedeutenden und dazu schwankenden Einfluss auf die Häufigkeit des Herzschlags; die Unterschiede der Pulszahl in der Minute gegen die Frequenz in der jeweilig vorausgehenden Ruheminute waren: 0, — 9, — 16, + 3, — 2, + 5, + 3, + 3. Von No. 65 an, als der Rollenabstand bei entfernter Nebenschliessung nur noch 20 C. M. betrug, drückte jede Reizung die Häufigkeit des Pulses herab, bis es in No. 79 gelang, nach Vertauschung des Daniell'schen Elementes mit einem Grove'schen bei ganz über einander geschobenen Rollen des Schlittenapparats, einen 17 Secunden andauernden Stillstand des Herzens zu erzeugen, worauf in No. 81 derselbe Versuch mit ähnlichem Erfolg wiederholt ward. Nach diesen starken Reizungen machte das Herz

	I.	II.	
in der ersten Viertelsminute der Ruhe	20	43	Schläge
„ „ zweiten „ „ „	40	47	„

	I.	II.	
in der dritten Viertelsminute der Ruhe	48	53	Schläge
„ „ vierten „ „ „	42	55	„

woraus hervorgeht, dass sich die Thätigkeit des Herzens allmälig wieder erholte.

Das allgemeine Resultat der in Tabelle VI enthaltenen Beobachtungen lässt sich also dahin zusammenfassen, dass hinlänglich abgeschwächte elektrische Wechselströme auf Einen Sympathicus am Halse angewandt den Herzschlag häufiger machen, dass mittelstarke Ströme einen schwankenden Erfolg hervorbringen, starke Ströme dagegen die Pulsfrequenz herabsetzen bis zur Erzeugung eines Stillstands der Herzthätigkeit, der um so sicherer als eine Erscheinung der Erschöpfung aufzufassen ist, da sich nach Aufhebung der starken Reizung allmälig die frühere Häufigkeit wieder herstellt.

Versuchsthier E.

Am 19. Februar 1861 wurde der linke Sympathicus eines Kaninchens erst mit starken und dann mit schwachen Wechselströmen gereizt; der Erfolg der betreffenden Versuche ist eine einfache Bestätigung des bisher Mitgetheilten, so dass die Tabelle VII keiner Erläuterung bedarf.

Tabelle VII.

Nummer d. Beobachtung.	Zeit.	Galvanische Vorrichtung.	Rollenabstand.	Nebenschliessung.	Elektrodenabstand.	Zustand des Nerven.	I.	II.	III.	IV.
1	11 h 22′					Ruhe	53	107	167	210
2	„ 23′	2 Grove	$-8\frac{1}{2}$ C.M.	0	18 M.M.	starke Reizung	49	89	127	172
3	„ 24′					Ruhe	49	98	147	195
4	„ 25′					„	45	98	142	182
5	„ 26′					„	45	90	137	186
6	„ 27′	1 Daniell	+28 „	1 M.	„	schwache Reizung	53	103	175	221
7	„ 28′					Ruhe	50	95	144	190

Ausser den beschriebenen elektrischen Reizversuchen haben wir auch mechanische Reizungen des Sympathicus angestellt und zwar in der Form der Dehnung nach derselben Methode, die wir früher beim Vagus bewährt gefunden hatten [1]). Das Versuchsthier war dasselbe Kaninchen, das uns die siebente Tabelle geliefert hatte, der Nerv, der rechte Sympathicus, welcher zu anderen Reizversuchen nicht gedient hatte.

T a b e l l e VIII.

Nummer d. Beobachtung.	Zeit.	Gewicht, durch welches die Dehnung hervorgebracht wurde.	Zustand des Nerven.	I.	II.	III.	IV.
1	12 h 6′		Ruhe	42	96	145	193
2	„ 7′		„	45	95	144	193
3	„ 8′		„	46	94	142	191
4	„ 9′	5,8 Gramm	Reizung	45	97	154	214
5	„ 10′		Ruhe	48	98	155	205
6	„ 11′		„	47	98	152	204
7	„ 12′		„	49	101	154	204
8	„ 13′	6,8 „	Reizung [2])	52	110	170	230
9	„ 14′		Ruhe	53	114	169	214
10	„ 15′		„	51	113	161	211
11	„ 16′	7,8 „	Reizung	53	113	170	229
12	„ 17′		Ruhe	51	113	160	210
13	„ 18′	9,8 „	Reizung	55	114	173	229
14	„ 19′		Ruhe	53	107	161	221
15	„ 20′	19,8 „	Reizung	57	115	175	232
16	„ 21′		Ruhe	53	109	164	219
17	„ 22′	39,8 „	Reizung	55	115	176	234
18	„ 23′		Ruhe	52	106	164	216
19	„ 24′	69,8 „	Reizung	54	112	168	224
20	„ 25′		Ruhe	53	110	167	223

Siebenmal wurde mechanisch gereizt, siebenmal brachte die Reizung vermehrte Häufigkeit des Herzschlags hervor. Die geringste Zunahme betrug 8 Schläge in der Minute und wurde in No. 19 bei

[1]) Moleschott, a. a. O. S. 452 und folg.

[2]) Bei dieser Reizung wurde eine deutliche Erweiterung der Pupille beobachtet.

der stärksten Reizung beobachtet; die beiden grössten Zunahmen von 23 und 26 Pulsschlägen in der Minute wurden durch die schwächsten Reizungen in No. 4 und 8 erzielt.

Nach jeder Reizung erfolgte in der Ruhe eine erhebliche Frequenzverminderung, mit alleiniger Ausnahme von No. 20; aber jede Reizung liess eine deutliche Nachwirkung zurück, so dass sich die Pulsfrequenz auch während der Ruhe hob. Da trotzdem jede Reizung die Häufigkeit des Pulses durchschnittlich um 17 Schläge in der Minute steigerte, so war der Erfolg dieser Versuche desto beweisender. Weil er überdies mit dem, was die elektrischen Reizversuche uns gelehrt hatten, in völligem Einklang stand, so glaubten wir ein genügendes Material gewonnen zu haben, um folgende Sätze aufstellen zu dürfen:

1) Schwache Reizung des Sympathicus, mechanische wie elektrische, bewirkt eine vermehrte Häufigkeit des Herzschlags.

*Die Zunahme kann in der Minute bei Kaninchen **30** bis **40** Schläge, oder beinahe $1/5$ der in der Ruhe vorhandenen Frequenz betragen.*

2) Diese Wirkung wird nur erzielt, wenn man den zum Herzen verlaufenden Theil des Sympathicus reizt, nicht aber wenn der vom Herzen getrennte Theil des Halsstamms mit Wechselströmen behandelt wird.

Es handelt sich also um eine directe, nicht um eine reflectorische Reizung motorischer Fasern, die, in der Bahn des Sympathicus zum Herzen verlaufend, ihre peripherische Ausbreitung im Herzfleische haben.

3) Starke elektrische Reizung des Sympathicus vermindert die Pulsfrequenz und kann das Herz zu einem vorübergehenden Stillstand bringen; wird die Reizung aufgehoben, dann erholen sich das Herz und der Nerv allmälig wieder von der Erschöpfung, so zwar dass später angewendete schwache Reize von Neuem den Herzschlag häufiger zu machen vermögen.

Mühlberg bei Mühlheim (Thurgau), 13. April 1861.
